Lehrbrief



Dipl.-Ing. Gert Roland
Karl-Marx-Stadt

# Programmierbare Steuerung PS 2000

## 1. Einleitung

Die konventionelle Art der Realisierung von Steuerungsaufgaben unterschiedlichen Charakters wird als verdrahtungsprogrammiert bezeichnet. Darunter versteht man den problemorientierten Aufbau von Ausrüstungen auf der Grundlage eines bekannten Bauelemente- bzw. Baugruppenspektrums. Das wesentliche Merkmal ist dabei, daß sich diese Ausrüstungen durch eine verschiedenartige Verknüpfung der Bauelemente bzw. Baugruppen unterscheiden, also eine der Anlage spezifische Verdrahtung enthalten. Verdrahtungsprogrammierte Steuerungen findet man z. B. als Starkstrom- und Anpaßteile für numerische Steuerungen, als Werkzeugmaschinensteuerungen konventioneller Art, als Steuerungen für Plast- und Elastmaschinen und als Steuerungen in der Textilindustrie.
Diese Steuerungen sind vielfach mit kontaktbehafteten Bauelementen aufgebaut und haben den Nachteil des umfangreichen Entwicklungs- und Projektierungsaufwandes bei der Realisierung eines neuen Steuerungsproblems.
Als Alternativlösungen wurden in den vergangenen Jahren vielerorts speicherprogrammierte Steuerungen entwickelt, bei denen ein problemorientierter Programmspeicher sowie Prozeßkoppelbaugruppen die Steuerungscharakteristika bilden. (Bild 1) Dieses Steuerungsprinzip ist der Prozeßrechentechnik entlehnt und wurde durch gezielte Reduzierung der Hard- und Software zu einer anwenderfreundlichen Steuerungstechnik umprofiliert. Im Gegensatz zur vorwiegend parallelen Informationsverarbeitung bei verdrahtungsprogrammierten Steuerungen liegt hier ausschließlich serielle Informationsverarbeitung vor.

## 2. Hardware

### 2.1. Prinzipielle Arbeitsweise

Eine anschauliche Darstellung der Arbeitsweise von programmierbaren Steuerungen vermittelt Bild 2. Die erforderlichen logischen Verknüpfungen einer Steuerung sind als Folge von Anweisungen in dem Programmspeicher notiert. Dieser Speicher ist wortweise organisiert und enthält in jedem Wort einen Befehls- und einen

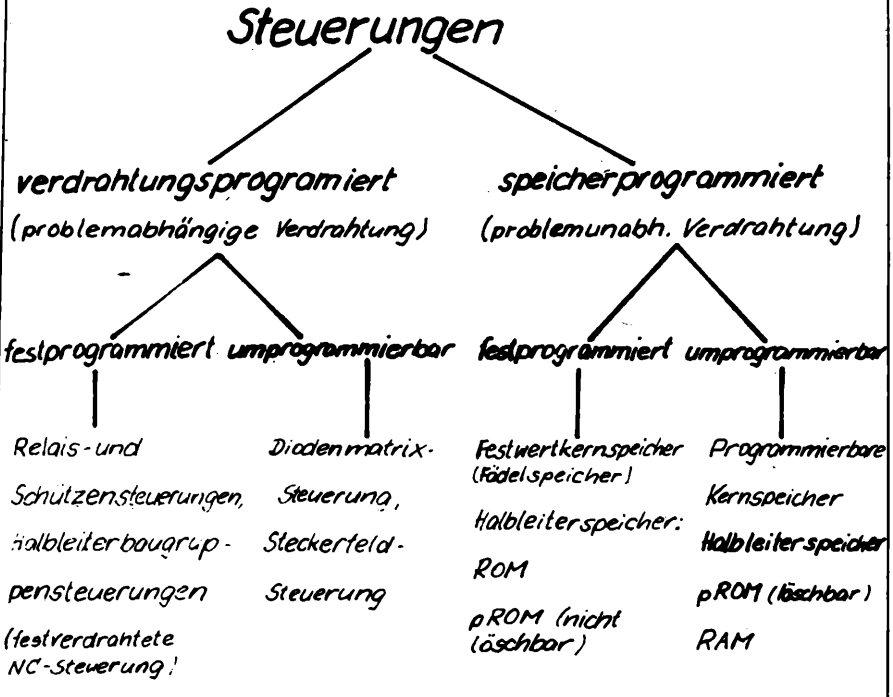



Bild 1 Steuerungshirarchie

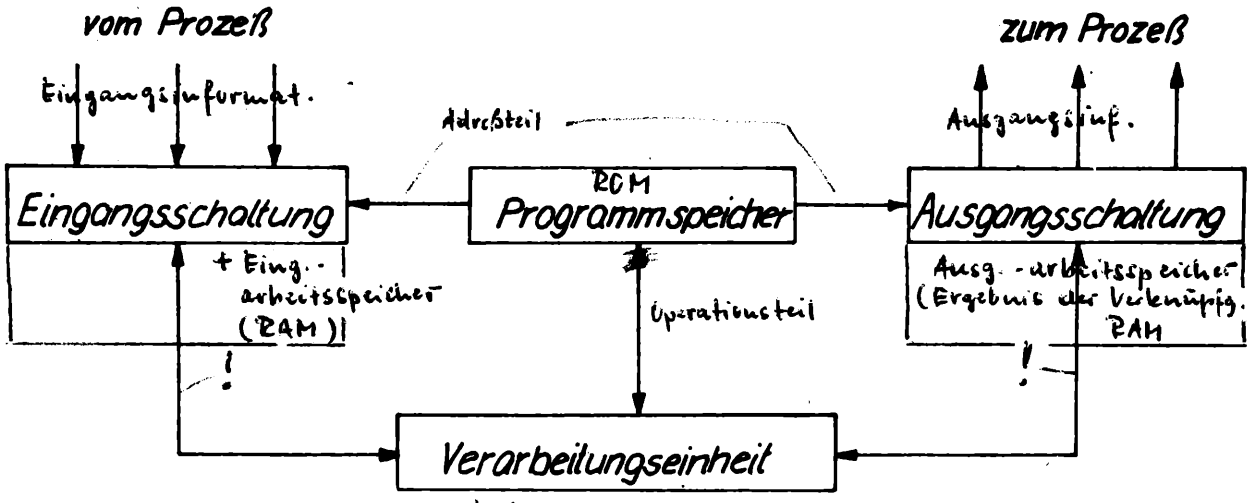



Bild 2 Blockschaltbild

Adreßteil. Jede Adresse repräsentiert einen Ein- bzw. Ausgang, und die Befehle geben Auskunft über die Art der logischen Verknüpfung, die mit dem zugeordneten Ein- oder Ausgang durchgeführt werden soll. Gehen wir davon aus, daß sich das System im Ausgangszustand befindet, so wird zunächst mit dem ersten Programmwort ein Eingang $E_n$ adressiert und sein durch den Prozeß definierter Zustand der Verarbeitungseinheit mitgeteilt und gespeichert. Im Programmspeicher wird das zweite Wort zur Abarbeitung aufgerufen, wodurch ein weiterer Eingang $E_m$ adressiert wird, dessen durch den Prozeß definierter Zustand (L oder 0) in der Verarbeitungseinheit nach der Vorschrift des zugehörigen Befehls mit dem Zustand des gespeicherten Einganges $E_n$ verknüpft wird. Das Ergebnis dieser Verknüpfung wird nach Löschung von $E_n$ zur weiteren Verarbeitung gespeichert.
Setzen wir voraus, daß wir damit bereits eine Schaltfunktion gelöst haben, so muß das dritte Programmwort einen Transportbefehl und eine Ausgangsadresse $A_p$ enthalten, um das Verknüpfungsergebnis dem Prozeß zur Verfügung zu stellen.
Zur vollständigen Erläuterung des Bildes 2 ist zu ergänzen, daß zwischen der Verarbeitungseinheit und der Ausgangsschaltung ein wechselseitiger Signalfluß notwendig ist, da eine Vielzahl von Verknüpfungsergebnissen für weitere Verknüpfungen Verwendung finden. Dieser Sachverhalt erfordert die Bereitstellung der bereits ermittelten Ausgangsinformationen für die Verarbeitungseinheit in gleicher Weise wie die Eingangsinformationen.

## 2.2. Programmspeicher

Ein charakteristisches Merkmal von speicherprogrammierten Steuerungen ist der Tatbestand, daß die zu realisierenden logischen Verknüpfungen eines Steuerungsproblems in einem Programmspeicher (Bild 3) abgelegt sind. Der wesentliche Vorteil der genannten Steuerungen besteht darin, daß die bei Inbetriebnahme oder Ergänzungen erforderlichen Änderungen der Steuerung durch eine Änderung des Programmspeicherinhaltes realisiert werden können. Im Gegensatz dazu sind bei verdrahtungsprogrammierten Steuerungen umfangreiche Verdrahtungs- und Geräteänderungen erforderlich. Die Entwicklung der Programmspeicher begann mit fädelbaren Kernspeichern, deren Änderungsmöglichkeiten wegen des umständlichen Fädelns jedoch stark begrenzt sind. Außerdem sind großes Volumen, hohe Zugriffszeiten und schaltungstechnische Anpassungsprobleme an die eingesetzte Schaltkreistechnik entscheidende Nachteile von

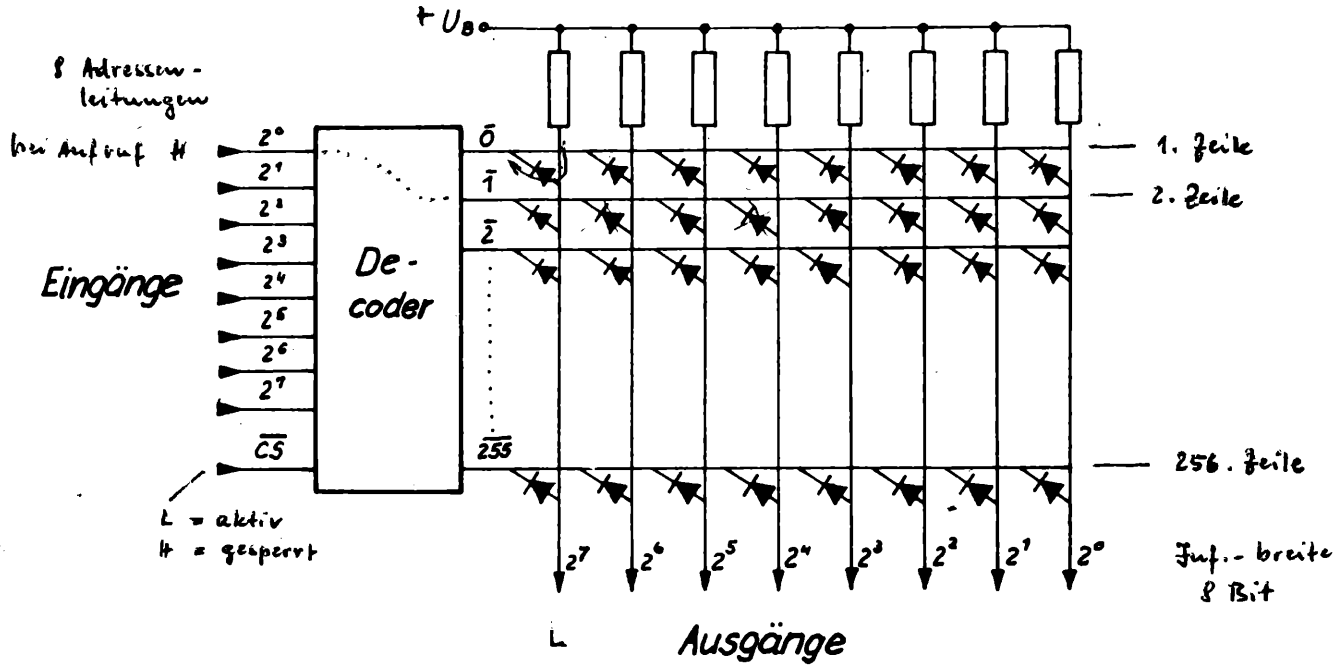



*Bild 4. Schematische Darstellung eines pROM*

Z.B.: 2 Zeile aufrufen → $2^0$ mit H belegen

Zeichnungs-Nr.

Blatt-Nr.

fädelbaren Kernspeichern.
Neuere Entwicklungen speicherprogrammierter Steuerungen basieren ausschließlich auf programmierbaren Halbleiterspeichern. Man unterscheidet zwischen den beiden Gruppen der Schreib-Lese-Speicher (Random Access Memory, kurz RAM) und der Festwert- oder Nur-Lese-Speicher (Read Only Memory, kurz ROM). Bei den ROM's unterscheidet man zwischen vom Hersteller bereits fest programmierten Typen und solchen, die der Anwender selbst programmieren kann, kurz pROM genannt. Eine Abart der letzteren ist löschbar. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen RAM und ROM besteht darin, daß bei Abschaltung der Versorgungsspannung der RAM seine Informationen verliert, während der ROM keinen Informationsverlust erleidet. Im weiteren soll näher auf die pROM's eingegangen werden, die wegen ihres hohen Integrationsgrades als TTL-kompatible MOS-Strukturen ausgeführt werden.

2.2.1. Programmierbare Festwertspeicher - nicht löschbar

Der Aufbau eines nicht löschbaren, programmierbaren Festwertspeichers soll anhand des Bildes 4 erläutert werden. Die beiden Grundelemente Decoder und wortweise organisierte Speichermatrix bestimmen den Funktionsinhalt des Bauelementes. Bei dem hier dargestellten Beispiel realisiert der Decoder die vollständige Entschlüsselung der einspeisbaren Dualzahlen $2^0$, $2^1$,..., $2^7$ in die natürlichen Zahlen $\overline{0}$, $\overline{1}$, ..., $\overline{255}$. Der Eingang $\overline{CS}$ bewirkt das Sperren oder Öffnen der Dualeingänge. Die 256 Zahlen bilden die Zeilen der nachgeschalteten Speichermatrix, während im dargestellten Beispiel acht über Widerstände vorgespannte Spaltenleitungen vorhanden sind, die gleichzeitig die Ausgänge bilden. Der Bauelementehersteller liefert den pROM'so, daß man sich an jedem Kreuzungspunkt zwischen Zeilen- und Spaltenleitung die Anordnung einer Diode vorstellen kann. Legt man an eine Zeilenleitung logisch "0" und beaufschlagt alle übrigen mit "L", dann erhält man an allen Ausgängen "0". Da dieser Zustand für alle Zeilenleitungen gilt, liegt folglich ein nichtprogrammiertes Speicherbauelement vor. Will man den Zeilenleitungen eine sinnvolle L-O-Belegung zuordnen, so müssen in dem vorliegenden Bauelement mit Hilfe eines wahlweise hand- und lochstreifengesteuerten Programmiergerätes immer dort die Dioden zerstört werden, wo ein "L" programmiert werden soll. Legt man nun an die Zeilenleitung logisch "0" und beaufschlagt alle anderen mit "L", dann er-

hält man an den Spaltenleitungen, die mittels Dioden mit der Zeilenleitung verbunden sind, "0" und an den Spaltenleitungen, die keine Dioden enthalten, "L". Damit hat man einer definierten Zeile oder einem Wort eine bestimmte L-O-Belegung zugeordnet, man spricht jetzt von einem programmierten Festwertspeicher. Durch Aufruf der Zeilenleitungen stehen an den Ausgängen die programmierten Informationen zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.
Im Falle einer fehlerhaften L-O-Belegung des Festwertspeichers kann man durch Zerstörung aller Dioden der entsprechenden Zeile an allen Ausgängen "L" erhalten. Eine entsprechende Auswerteschaltung muß dafür sorgen, daß bei dieser Signalkonfiguration ein Überlesen erfolgt. Die beschränkte Löschbarkeit der Speicherinformationen stellt den entscheidenden Nachteil dieser Bauelemente dar.

### 2.2.2 Programmierbare Festwertspeicher-löschbar

Mit diesen Bauelementen läßt sich der beschriebene Nachteil nicht löschbarer programmierbarer Festwertspeicher entscheidend einschränken. Man unterscheidet zwischen elektrisch umprogrammierbaren Festwertspeichern (EAROM) und elektrisch programmierbaren sowie mittels UV-Licht löschbaren Festwertspeichern. (EPROM). Bei dem letztgenannten Typ müssen nach der Löschung des Speicherinhaltes alle Speicherzellen neu beschrieben werden. Die Organisation und Arbeitsweise beider löschbarer Festwertspeichertypen ist äquivalent zu nicht löschbaren Typen. In der Steuerung PS 2000 kommen EPROM's zum Einsatz.

## 2.3. Eingangsschaltung

Die Eingangsschaltung stellt in Signalflußrichtung die Schnittstelle zwischen dem zu steuernden Prozeß und der Informationsverarbeitungseinrichtung dar. (Bild 5) Die Aufgaben bestehen in der

- Potentialtrennung und Pegelwandlung
- Eingangsadressierung und der
- Informationsspeicherung.

Für die Potentialtrennung und Pegelwandlung findet eine breite Palette von Maßnahmen Anwendung, die sich nach der Art des zu

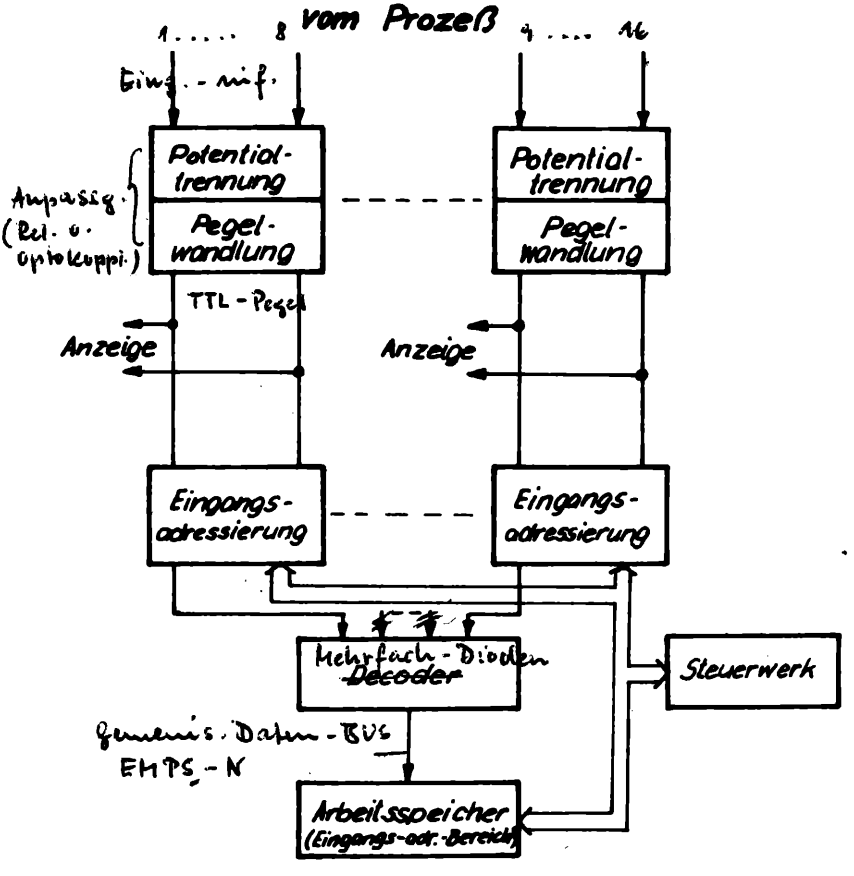



**Bild 5** Eingangsschaltung

Eingangskonverter (1 Konv. – 16 Eing.-mit.)
Hier 16 Kanäle werden über 2 x 8 Eing. umgeschaltet

steuernden Prozesses und nach dem in der Informationsverarbeitungseinrichtung eingesetzten Bauelementesortiment unterscheiden. Digitale Eingangssignale können in Parallel- oder Serienform vorliegen. Beschränkt man sich bei der Betrachtung auf digitale parallele Signale, so ist eine Untergliederung in Gleich- und Wechselspannungssignale notwendig. Zum Zweck der Potentialtrennung und Pegelwandlung werden häufig Relais oder Transformatoren verwendet. Neuere Entwicklungen verwenden Bauelemente der Optoelektronik. Die Vielfalt der unterschiedlichen Realisierungsbeispiele läßt darauf schließen, daß keine Patentlösung angegeben werden kann, sondern den bereits genannten Besonderheiten von Prozeß und Informationsverarbeitungseinrichtung Rechnung getragen werden muß.
Tabelle 1 zeigt die für die programmierbare Steuerung PS 2000 konzipierten Eingangsbaugruppen, die anwendbaren Prozeßsignalpegel sowie die Belastung der Eingangssignale.
Die Potentialtrennung wird kontektbehaftet mittels gasgeschützter Relais oder kontaktlos mittels Optokoppler realisiert.
Nachdem durch die Pegelwandlung die unterschiedlichen Prozeßsignale auf einen einheitlichen steuerungsinternen Signalpegel gewandelt wurden, ist eine optische Anzeige der Eingangssignale mittels Lichtemitterdioden möglich.
Die weiteren Elemente der Eingangsschaltung dienen der Aufbereitung und Zwischenspeicherung der Eingangsinformationen. Diese Maßnahme macht sich erforderlich, da die Verarbeitung aller Eingangsinformationen bei maximalem Ausbau des Programmspeichers ca. 18 ms benötigt. Während dieser Zeit dürfen die Eingangsinformationen ihren Zustand nicht verändern, um ein widerspruchsfreies Verknüpfungsergebnis zu erhalten. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Steuerwerk gleichzeitig einen bestimmten Eingang sowie eine Speicherzelle im Eingangsadressenbereich des Arbeitsspeichers adressiert. Somit wird der Zustand des adressierten Eingangs in der zugehörigen Speicherzelle des Arbeitsspeichers abgelegt. Diese Informationsübernahme wird nacheinander für alle Eingänge durchgeführt. Erst nachdem alle erforderlichen Verknüpfungsergebnisse errechnet und ausgegeben wurden, erfolgt eine neuerliche Abfrage aller Eingangsinformationen und im Falle einer Veränderung gegenüber dem verarbeiteten Zustand ein Überschreiben des Arbeitsspeichers mit der aktuellen Information.

Gehört nicht unmittelbar zur VE

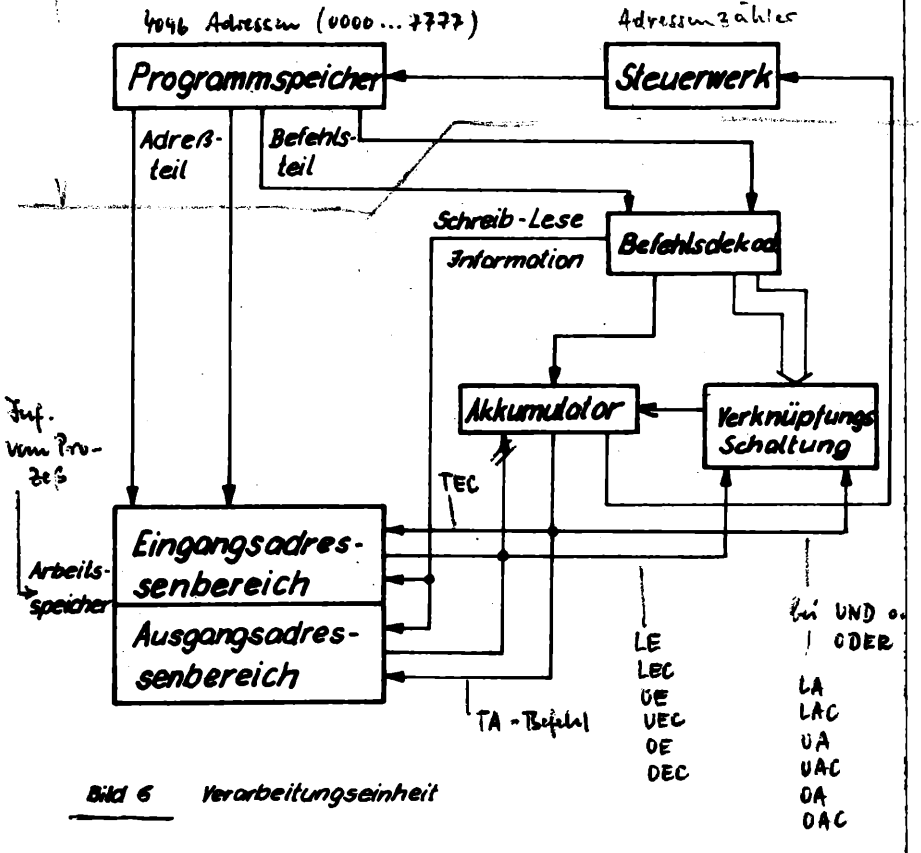



**Bild 6** Verarbeitungseinheit

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Eing - RAM | | Adressen | 000 | 777 |
| Ausg. | " | | 000 | 777 |

| | | |
|---|---|---|
| | Zeichnungs-Nr. | Blatt-Nr. |

## 2.4. Verarbeitungseinheit

Die Verarbeitungseinheit stellt die zentrale Verknüpfungsschaltung dar, die zur Errechnung logischer Ausgangszustände dient. Sie ist für jede programmierbare Steuerung erforderlich und stellt einen konstanten problemunabhängigen Bestandteil dieser Ausrüstung dar. Verarbeitungseinheiten lassen sich unterschiedlich aufbauen, das kommt letztlich in den unterschiedlichen Kommunikationsmöglichkeiten verschiedener Steuerungstypen zum Ausdruck.

An Hand des Bildes 6 soll die prinzipielle Arbeitsweise der Verarbeitungseinheit der programmierbaren Steuerung PS 2000 beschrieben werden. Es ist vorauszusetzen, daß der Eingangsadressenbereich des Arbeitsspeichers wie bereits beschrieben mit Informationen beschrieben wurde und der Programmspeicher ein problemabhängiges Programm enthält. Jedes Programmspeicherwort besteht aus Adreß- und Befehlsteil. Der Adreßteil bewirkt die Aktivierung je einer durch die Adresse definierten Speicherzelle des Eingangs- oder des Ausgangsadressenbereiches des Arbeitsspeichers. Der Befehlsteil des gleichen Wortes wird dem Befehlsdekoder zugeführt. Dort werden konkrete Anweisungen für die Verknüpfungsschaltung und den Akkumulator gebildet, gleichzeitig werden die Auswahl des Arbeitsspeicherbereiches sowie die Schreib- oder Lesebefehle für den Arbeitsspeicher abgeleitet. Eine im Arbeitsspeicher gelesene Information dient in Abhängigkeit vom zugehörigen Befehlsteil als Eingangsinformation der Verknüpfungsschaltung oder des Akkumulators. Das Verknüpfungsergebnis liegt stets im Akkumulator vor und kann sowohl zur Realisierung weiterer Verarbeitung in der Verknüpfungsschaltung verwendet werden als auch mittels Schreibbefehl im Arbeitsspeicher abgelegt werden. Zur Realisierung der letztgenannten Funktion ist ein gesondertes Programmwort erforderlich. Der Befehlsteil dieses Wortes veranlaßt den Schreibaufruf für den Arbeitsspeicher, während mittels des Adreßteiles die Speicherzelle des Arbeitsspeichers ausgewählt wird, in der die Information abgelegt werden soll.

Wird nun durch das Steuerwerk ein erstes Wort des Programmspeichers aufgerufen, so bewirkt der zwingend enthaltene Ladebefehl die Übernahme der zugehörigen Information aus dem Arbeitsspeicher direkt in den Akkumulator. Die Verarbeitung des folgenden Programmwortes erfolgt so, daß die zugehörige Information aus dem Arbeitsspeicher nach der Vorschrift der Befehlsdekodierung (z. B. Und- oder Oderfunktion) mit dem Akkumulatorinhalt verknüpft wird und das entstandene Ergebnis wieder im Akkumulator abgelegt wird. Es erfolgt also stets eine Verknüpfung des Akkumulatorinhaltes mit der nachfolgenden Verknüpfungsvariablen. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis alle für eine logische Funktion erforderlichen Verknüpfungsvariablen verarbeitet worden sind. Danach erfolgt die Übergabe des Verknüpfungsergebnisses aus dem Akkumulator in den Arbeitsspeicher in der beschriebenen Art.

## 2.5. Ausgangsschaltung

Die Ausgangsschaltung hat die Aufgabe, die im Ausgangsadreßbereich des Arbeitsspeichers aufbewahrten Verknüpfungsergebnisse mit Hilfe der Baugruppen Ausgangsadressierung und Ausgabespeicher in eine parallele Darstellungsform zu wandeln und durch die Potentialtrennung sowie die Verstärkung eine zuverlässige Signalverarbeitung und sinnvolle Leistungsverstärkung zur Ansteuerung von Stellgliedern zu sichern. Die Zustände aller Ausgabespeicher sind anzeigbar.
Tabelle 1 zeigt die für die Steuerung PS 2000 realisierten Ausgabebaugruppen mit ihren wesentlichen technischen Parametern. Entsprechend Bild 7 erfolgt die Informationsübertragung vom Arbeitsspeicher zum Ausgabespeicher durch gleichzeitige Adressierung einer Arbeitsspeicherzelle und eines Ausgabespeichers sowie durch Erteilung des Lesebefehles für den Arbeitsspeicher. Durch eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit werden in ca. 1 ms alle Informationen aus dem Arbeitsspeicher in die Ausgabespeicher übertragen.
Die Potentialtrennung und Verstärkung werden kontaktbehaftet mittels Relais unterschiedlicher Leistung oder kontaktlos mittels Optokoppler und elektronischer Leistungsverstärker ausge-

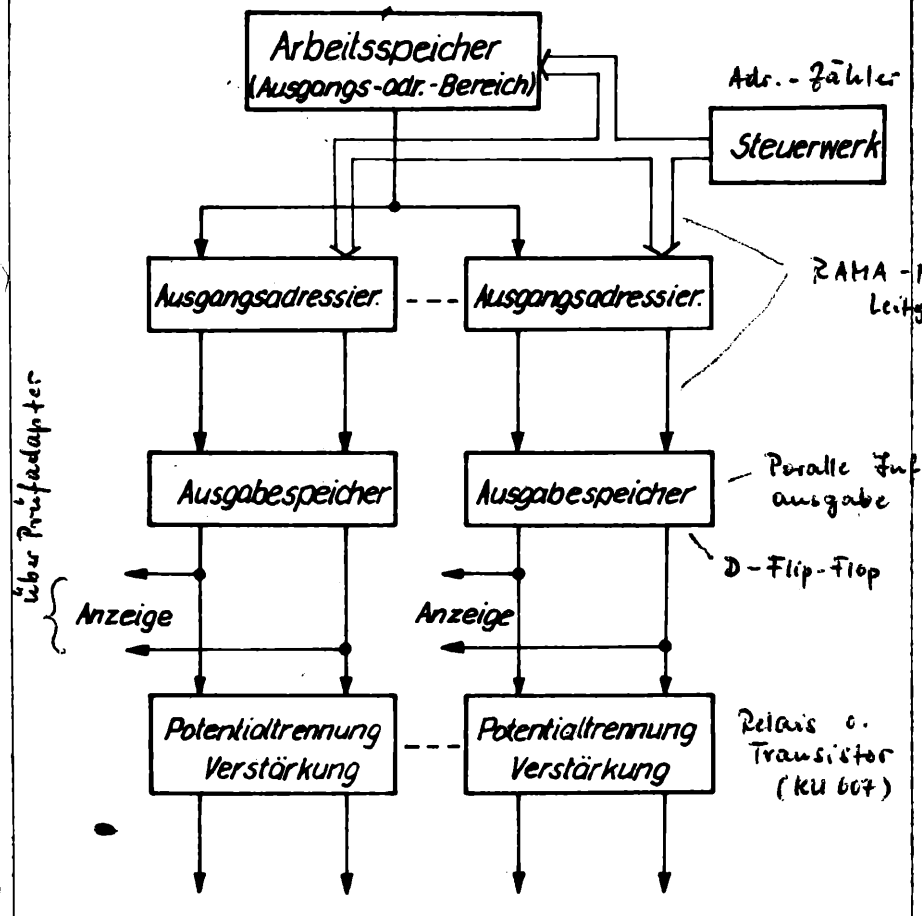



Bild 7 Ausgangsschaltung

Ausgangskonverter (16 Ausg.-kanäle
8 " "
6 " " ) } 3 Typen

Blatt-Nr.

führt. Die Ausgangsschaltung stellt somit in Signalflußrichtung die Schnittstelle zwischen der Informationsverarbeitungseinrichtung und dem zu steuernden Prozeß dar.

## 2.6. Sonderschaltungen

Alle Sonderschaltungen lassen sich dadurch charakterisieren, daß sie von steuerungsintern erzeugten Verknüpfungsergebnissen erregt werden und ihre Ausgangssignale von der Steuerung abgefragt und wie Prozeßeingangsinformationen weiter verarbeitet werden. Sonderschaltungen enthalten folglich sowohl Elemente der Eingangs- als auch der Ausgangsschaltung. Einige Typen verfügen über eine externe Voreinstellbarkeit.
Bild 8 zeigt den Signalfluß von Sonderschaltungen. Zwischen Arbeitsspeicher und Ausgabespeicher entspricht die Arbeitsweise vollständig der Ausgangsschaltung, so daß ein im Ausgangsadreßbereich des Arbeitsspeichers abgelegtes Verknüpfungsergebnis im Ausgabespeicher statisch verfügbar und anzeigbar ist. Von hier aus erfolgt die Erregung der Sonderschaltung. Im Falle ihrer Voreinstellbarkeit werden dieProzeßeingangsinformationen kontaktlos potentialgetrennt und der Signalpegel an den der Sonderschaltung angepaßt. Die Ausgangsinformationen der Sonderschaltung sind ebenfalls anzeigbar und werden wie Prozeßeingangsinformationen weiterverarbeitet. Mittels der Eingangsadressierung gelangen diese Informationen in den Eingangsadreßbereich des Arbeitsspeichers und sind zur weiteren Verarbeitung verfügbar. Einige technische Parameter der Sonderschaltungen sind Tabelle 1 zu entnehmen. Im Weiteren soll auf die prinzipielle Wirkungsweise der verschiedenen Sonderschaltungen eingegangen werden.

- Zeitstufen

Zeitstufen dienen der Zeitplansteuerung von Prozessen, die immer dann notwendig ist, wenn keine Rückmeldung realisierter Vorgänge möglich ist. Zeitstufen sind sowohl in analoger als auch digitaler Form realisierbar.
Die einfachste analoge Form zeigt Bild 9. Die monostabile Kippstufe ist mit einer RC-Beschaltung versehen, wobei unterschiedliche Kondensatoren Zeitbereiche festlegen und der variable Widerstand innerhalb dieser Bereiche eine kontinuierliche Zeitwahl ermöglicht. Nach einer Erregung kippt die Stufe in den

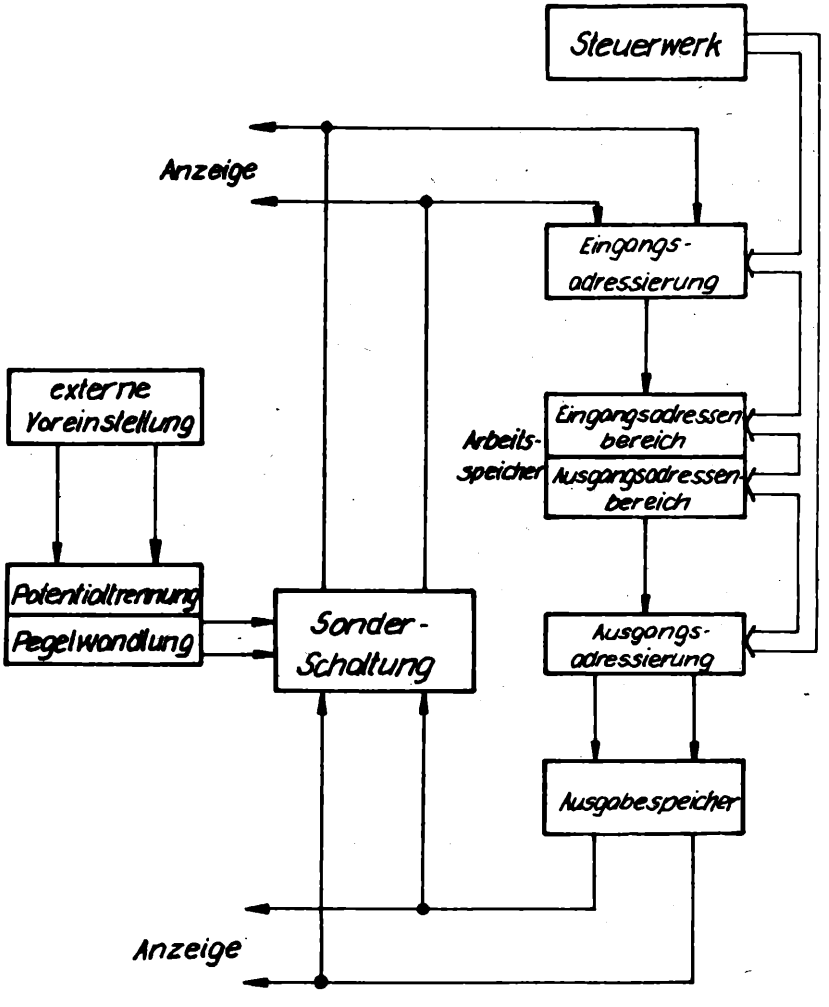



Bild 8 Sonderschaltung

labilen Zustand bis eine Umladung des Kondensators vollzogen ist. Danach erfolgt der Rücksprung in den Ausgangszustand. Eine erneute Erregung ist erst zulässig, wenn der notwendige Kondensatorladevorgang abgeschlossen ist. In Bild 10 wird eine analoge Zeitstufe gezeigt, die diesen Nachteil umgeht. Nach Ablauf der ersten Zeitstufe wird eine weitere erregt, wodurch für die erste Stufe ausreichend Zeit zur Regenerierung vorhanden ist. Ist auch die zweite Stufe abgelaufen, so kann die erste sofort wieder erregt werden, ohne daß eine Verfälschung der Zeitwerte eintritt. Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- Die Zeiten beider Stufen sollen ungefähr gleich groß sein.
- Die Regenerierungszeit muß kleiner als die Nutzzeit sein.
- Beim Umschalten von einer zur anderen Zeitstufe muß ein kontinuierliches Summenzeitsignal realisiert werden.

Mit dieser Anordnung lassen sich die doppelten Zeitwerte gegenüber der ersten Ausführung erreichen.

Bild 11 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise einer voreinstellbaren digitalen Zeitstufe. Die Baugruppe besteht aus einem dezimal-binär codierten Zähler, dessen Zählbereich voreinstellbar ist. Diese Voreinstellung erfolgt mit außerhalb der Steuerung angeordneten Vorwahlschaltern, der Zählerzustand ist anzeigbar. Der dargestellte Taktgenerator beaufschlagt den Zähler mit Zähltakten.

Nachdem ein bestimmter Zeitwert vorgewählt wurde, kann durch die Ausgangsadressierung die Zeitstufe aktiviert werden. Dazu veranlaßt die Steuerlogik die Freigabe von Zähltakten des Taktgenerators zum Zähler. Hier werden so viele Zähltakte aufgenommen, bis die Anzahl mit der Voreinstellung übereinstimmt. Jetzt erfolgt die Ausgabe eines Koinzidenzsignales, das durch die Eingangsadressierung abfragbar ist.

- Zählerbaugruppen

Es ist zwischen Zählerbaugruppen mit und ohne Voreinstellung zu unterscheiden. Bei letzteren entfällt der umrandete Teil in Bild 12. Die Arbeitsweise der voreinstellbaren Zählerbaugruppe entspricht im Wesentlichen der einer digitalen Zeitstufe. Der Unterschied liegt in der Bereitstellung der Zähltakte. Bei der Zählerbaugruppe werden die Zähltakte von der Ausgangsadressierung bereitgestellt, in der Steuerlogik aufbereitet und dann im Zähler aufgenommen. Alle übrigen Funktionen entsprechen denen der digitalen Zeitstufe.

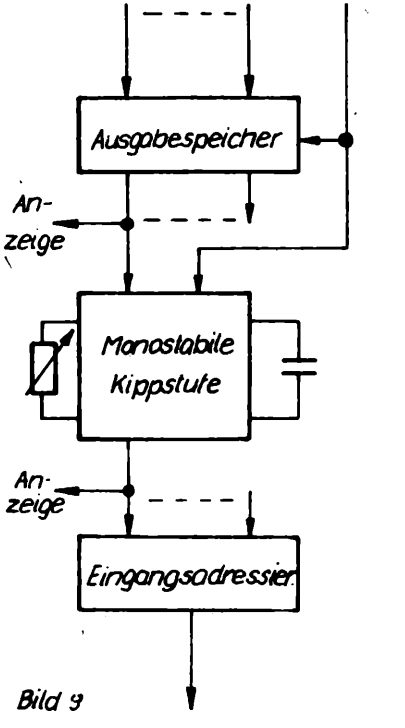



Bild 9

Analoge Zeitstufe TAE

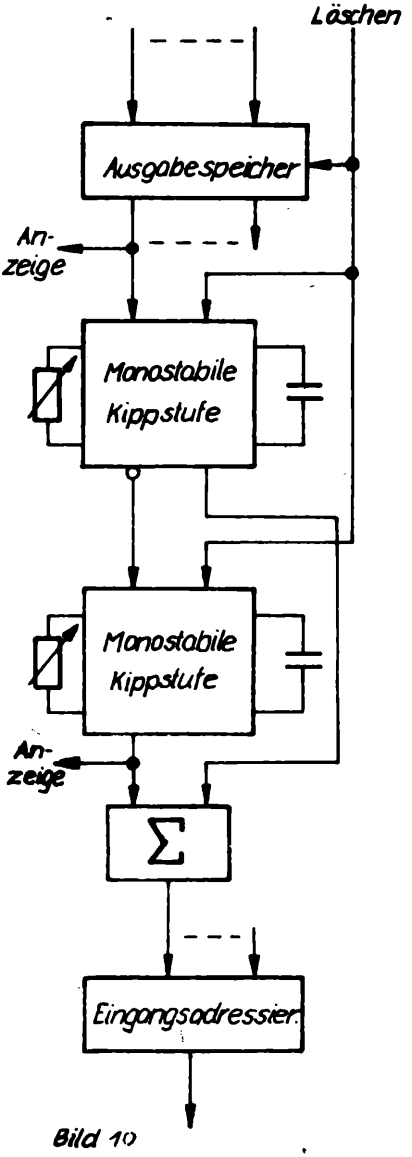



Bild 10

Analoge Zeitstufe TA

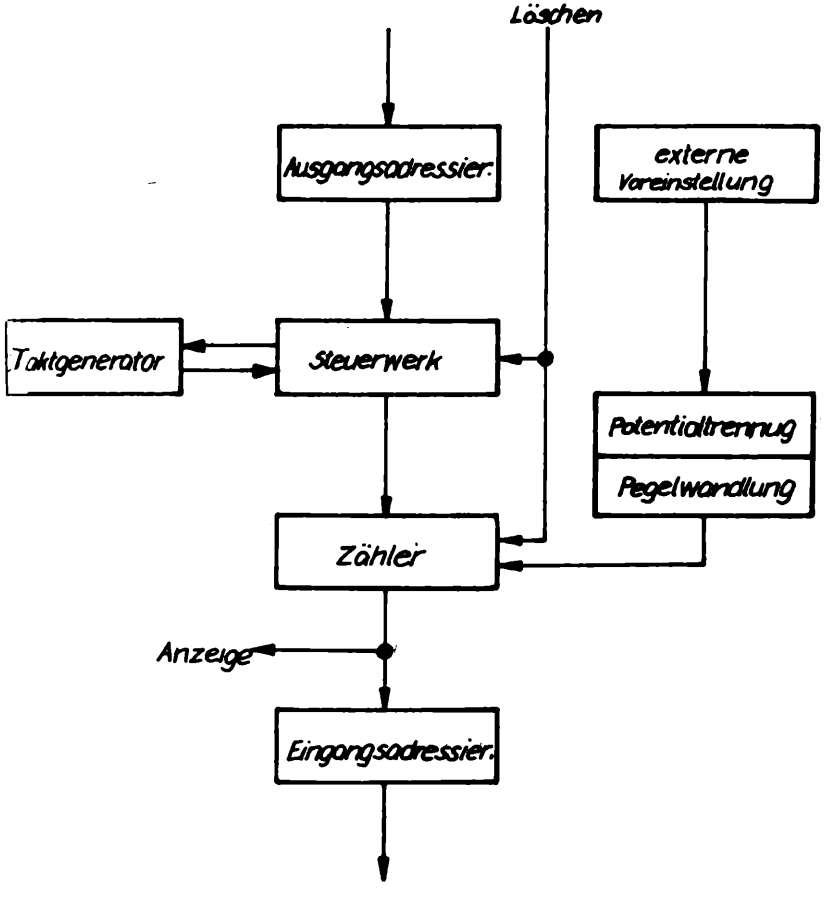



Bild 11 Digitale Zeitstufe

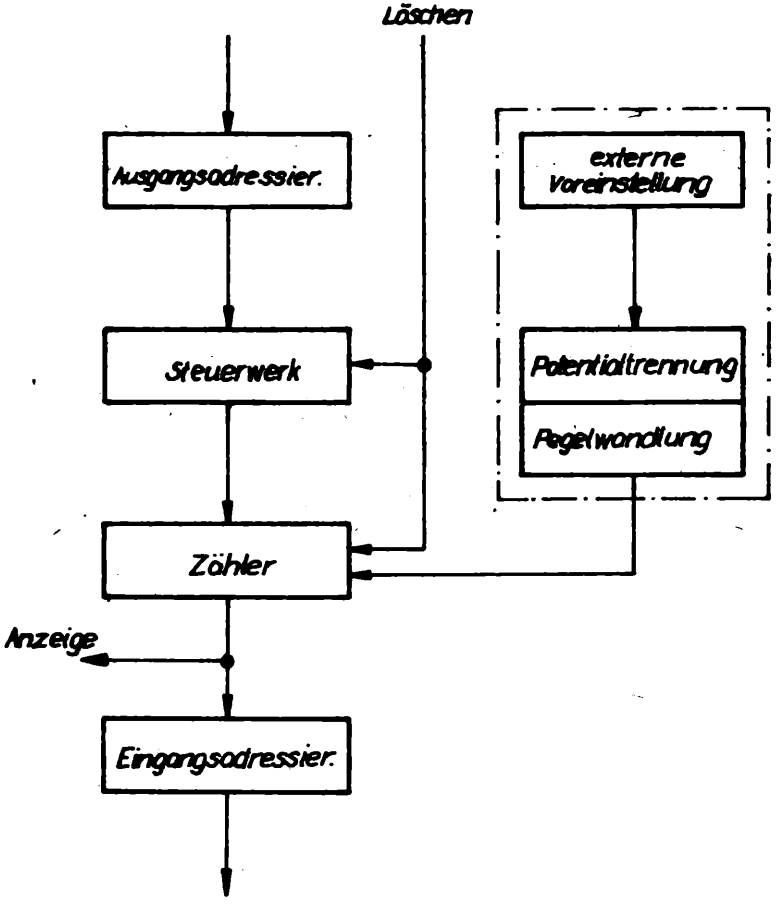



Bild 12 Zählerbaugruppen

Etwas anders ist die Wirkungsweise der Zählerbaugruppe ohne Voreinstellung. Die Bereitstellung der Zähltakte erfolgt analog zur voreinstellbaren Zählerbaugruppe. Die Auswertung des Zählergebnisses geschieht durch Abfrage aller Zählerbits mittels der Eingangsadressierung, so daß der Vergleich mit einem programmierten Sollwert programmtechnisch erfolgen muß.

- Schieberegisterbaugruppe

Aus Bild 13 ist zu entnehmen, daß gegenüber der Zählerbaugruppe ohne Voreinstellung der Zähler gegen ein Schieberegister ausgetauscht wurde. Der innere Wirkungsmechanismus dieser Schaltung macht es notwendig, daß die Ausgangsadressierung neben dem Schiebetakt auch noch die Dateninformation bereitstellen muß, die durch die Steuerlogik aufbereitet werden. Es erfolgt auch hier die Abfrage aller Schieberegisterbits durch die Eingangsadressierung zum Zweck der programmtechnischen Weiterverarbeitung.

- Haftspeicherbaugruppe

Für bestimmte Verknüpfungsergebnisse wird die Forderung erhoben, deren Signalzustand auch nach Abschaltung der Versorgungsspannung zu erhalten, um bei Wiedereinschaltung den aktuellen Prozeßzustand rekonstruieren zu können. Kernstück dieser Baugruppe nach Bild 14 bildet ein CMOS-Speicher, der sich wegen seiner geringen Leistungsaufnahme während der Abschaltung der Versorgungsspannung mit einem Stützakkumulator betreiben läßt. Solange die Versorgungsspannung vorhanden ist, wird der Akkumulator im Pufferbetrieb geladen. Die Wirkungsweise von Ausgangsadressierung und Ausgabespeicher entsprechend der Ausgangsschaltung. Die Steuerlogik und die Anpaßschaltung TTL-CMOS bewirken die ordnungsgemäße Übertragung der zu speichernden Informationen in den CMOS-Speicher. Alle Zellen dieses Speichers sind über die Anpaßschaltung CMOS-TTL und die Eingangsadressierung abfragbar und somit programmtechnisch weiter verarbeitbar.
Ist die Versorgungsspannung in einem stationären Prozeßzustand abgeschaltet worden und soll wieder zugeschaltet werden, so ist es Aufgabe der Steuerlogik zu verhindern, daß der CMOS-Speicher nicht eher durch neue Informationen beschrieben wird bis die erhaltenen Prozeßzustände von der Steuerung verarbeitet wurden.

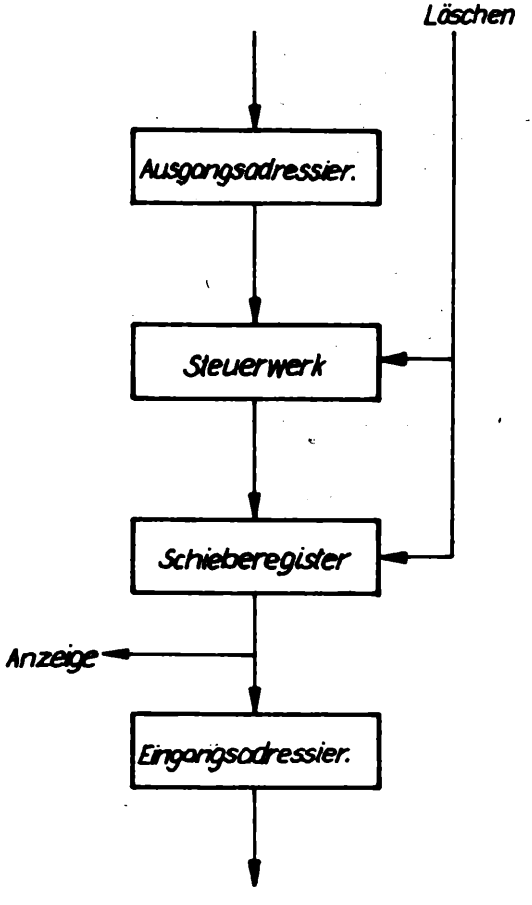



Bild 13 Schieberegisterbauppe

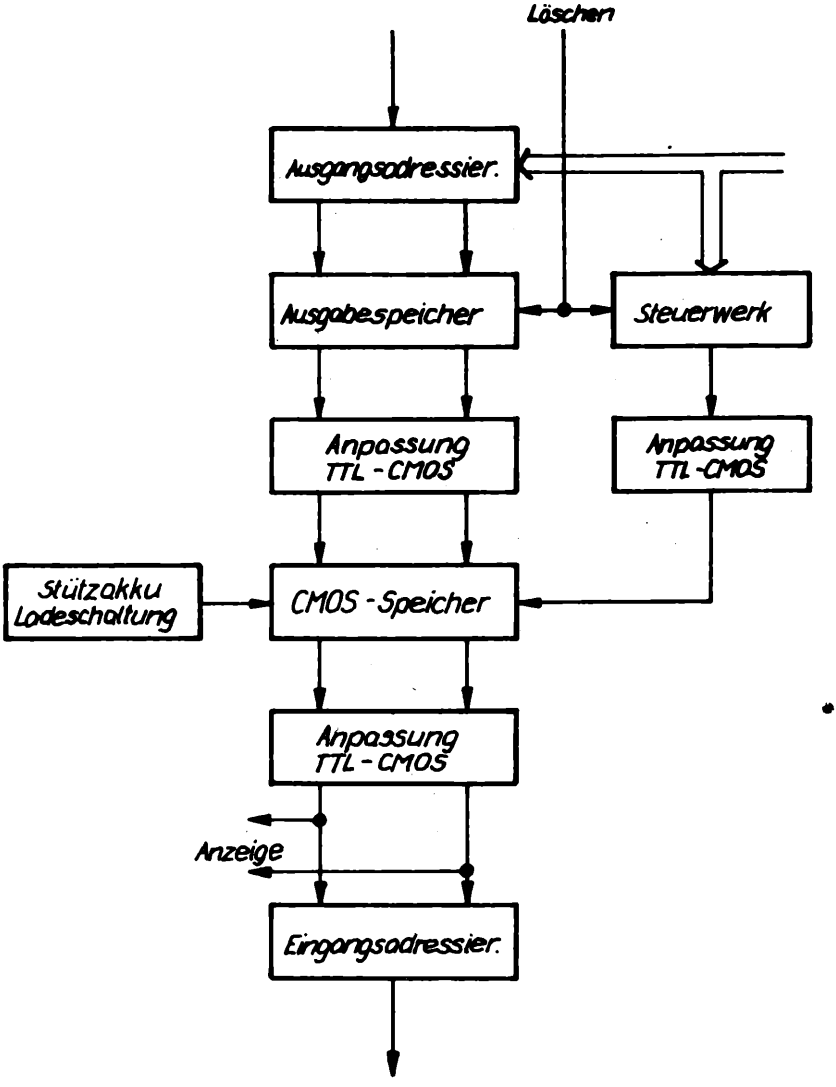



Bild 14 Haftspeicher

## 2.7. Konstruktive Ausführung

Die Steuerung kann mit einem Schrank (1600 x 600 x 400) mm oder nur als Rahmenaufbau geliefert werden. Der Rahmenaufbau enthält die Stromversorgung, die Informationsverarbeitungseinheit und den Rangierverteiler.
Der Stromversorgungseinschub stellt die erforderlichen stabilisierten Spannungen für steuerungsinterne Zwecke bereit. Er enthält Schaltnetzteile, Überwachungsbaugruppen, Netzfilter und eine Belüftung, die Abmessung beträgt (260 x 480) mm.
Die Informationsverarbeitungseinheit wird in Grundausrüstung und Erweiterung mit einer Abmessung von je (240 x 480) mm gegliedert. Die Grundausrüstung besteht aus der Serviceeinheit und 3 Kartenbaugruppen der zentralen Verarbeitungseinheit, die konstanter Bestandteil jeder Steuerung PS 2000 sind. Weiterhin können 2 Programmspeicherbaugruppen zu je 2 k Worten sowie 16 wahlfreie Periepheriebaugruppen projektiert werden. Jeder Peripheriebaugruppenplatz verfügt über 16 Adressen, so daß mit der Grundausrüstung maximal 256 Eingänge, Ausgänge oder Sonderfunktionen realisierbar sind.
Mit der Erweiterung ist die gleiche Anzahl Peripheriebaugruppen betreibbar.
Stromversorgung und Informationsverarbeitungseinheit verfügen über eine problemunabhängige gedruckte Rückverdrahtung.
Der Rangierverteiler wird ebenfalls in 2 Ausbaustufen mit den Abmessungen (400 x 480) mm oder (600 x 480) mm gefertigt. Diese Baueinheit dient der Anpassung der prozeßspezifischen Verkabelung an die Erfordernisse der steuerungsinternen Leitungsverlegung. Er besteht im Wesentlichen aus den Prozeßsteckverbindern, einer Rangierverdrahtung und den Steckverbindern, die zur Informationsübertragung auf die Peripheriekartenbaugruppen notwendig sind.

## 3. Software

Verdrahtungsprogrammierte Steuerungen sind für einen speziellen Funktionsinhalt ausgelegt. Jeder Steuerungstyp ist individuell zu projektieren, mit unterschiedlichen Bauelementen ausgerüstet und besitzt eine problemabhängige Verdrahtung.
Bei den speicherprogrammierten Steuerungen wird der gewünschte Funktionsinhalt als Programm in einem Festwertspeicher unterge-

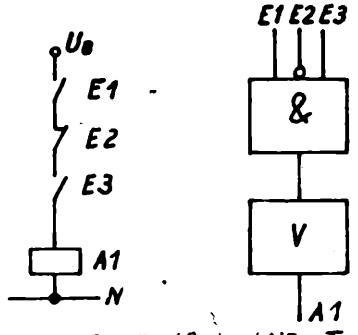
bracht und dieses Programm zyklisch abgearbeitet. Die Steuerungshardware ist im Prinzip unabhängig von der zu lösenden Aufgabe. Somit tritt eine Verlagerung der Funktionsrealisierung von der Hardware zur Software ein. Unter Software sind hier alle mit diesem Programm in Zusammenhang stehenden Fragen zu verstehen.

## 3.1. Programmierung der Festwertspeicher

Ziel muß es sein, den zu realisierenden Funktionsinhalt in einer Form darzustellen, aus der einfach, sicher und mit geringem Aufwand das Programm gewonnen werden kann. Dabei sind Darstellungsform und Befehlsstruktur der programmierbaren Steuerung voneinander abhängig. Für die Beschreibung der logischen Funktionen der Steuerungsaufgabe sind intuitive und systematische Methoden anwendbar.
Unter der Programmierung der Steuerungsaufgabe ist die Umsetzung des logischen Entwurfes unter Zugrundelegen des in der Tabelle 2 angegebenen Befehlsumfanges zu verstehen. Setzt man voraus, daß der logische Entwurf nur mit den Elementarfunktionen "Und", "Oder" und "Nicht" dargestellt wurde, dann stellt die Programmierung einen routinemäßigen Umsetzungsprozeß dar.
Jedes Programmierte Wort ist aus einem Befehls- und einem Adreßteil aufgebaut. Während der Befehlsteil die Operationsart charakterisiert, gibt der Adreßteil Auskunft über die Adresse eines zugeordneten Einganges, Ausganges oder einer Sonderschaltung.
Die Übertragung des vorliegenden Programmes in die Festwertspeicher erfolgt unter Verwendung eines PROM-Programmiergerätes. Dazu muß der vorliegende Programmentwurf zunächst in die gültige Maschinensprache übersetzt werden. Diese Aufgabe kann manuell oder wesentlich rationeller maschinell bearbeitet werden. Das Ergebnis der manuellen Bearbeitung dient zur Eingabe mittels der Tastatur des Programmiergerätes, während das maschinelle Ergebnis als Lochstreifen vorliegt, dessen Inhalt mittels Lochstreifenleser in das Programmiergerät übertragen wird. Dieses Gerät nimmt jeweils einen PROM auf, der entsprechend dem vorgegebenen Programm beschrieben wird. Die programmierten PROM's sind auf einer mit Steckfassungen ausgerüsteten Kartenbaugruppe anzuordnen und nach Bestückung der Steuerung mit dieser Baugruppe ist die Ausrüstung betriebsbereit.

## 3.2. Programmierbeispiele

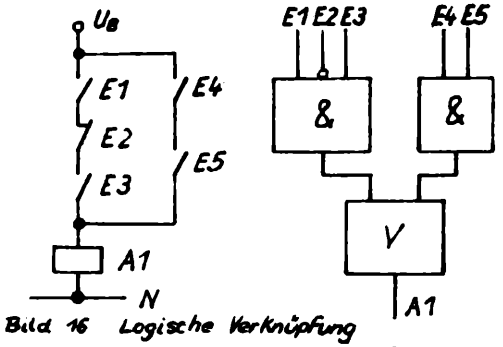
Die ausgewählten Schaltungsbeispiele sind in kontaktbehafteter und logischer Symbolik sowie als Boolsche Gleichung dargestellt. Die Programmierung der elementaren logischen Undfunktion erfolgt problemlos mit dem angegebenen Befehlsvorrat. (Bild 15)
Die beiden Ausführungen der Programmierung für die logische Verknüpfung (Bild 16) enthalten keinen Aufwandsunterschied, da unabhängig von der Wahl des ersten programmierten Zweiges eine Zwischenspeicherung (A2) erforderlich ist. Aus diesem Beispiel wird deutlich, daß n-1 Zwischenspeicher benötigt werden, wenn man n als Anzahl der Odereingänge definiert. Diese Zwischenspeicher werden nur solange genutzt, bis die Oderfunktion berechnet worden ist. Folglich sind für den folgenden schaltungstechnischen Komplex die gleichen Zwischenspeicher wieder verwendbar.
Die Speicherfunktion in Bild 17 ist analog zu Bild 16 zu programmieren. Die Ausführungen 1 und 2 sind auch hier wieder gleichwertig.




| Befehl | symb. Adr. |
|---|---|
| LE | E1 |
| UEC | E2 |
| UE | E3 |
| TA | A1 |

$A1 = E1\bar{E2}E3$

Bild 15 Dreifach UND - Funktion



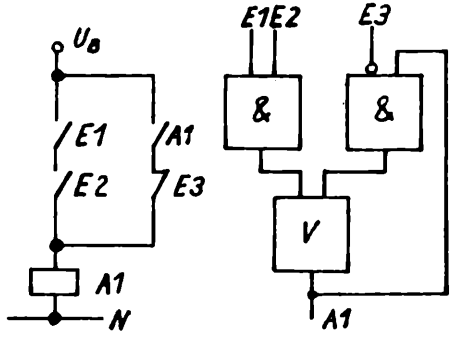

| Befehl | symb. Adr. |
|---|---|
| LE | E1 |
| UEC | E2 |
| UE | E3 |
| TA | A2 |
| LE | E4 |
| UE | E5 |
| OA | A2 |
| TA | A1 |

Bild 16 Logische Verknüpfung

$A2 = E1\bar{E2}E3$

$A1 = (E4E5)A2$

$A1 = (E4E5)(E1\bar{E2}E3)$




| Befehl | symb. Adr. |
|---|---|
| LE | E1 |
| UE | E2 |
| TA | A2 |
| LEC | E3 |
| UA | A1 |
| OA | A2 |
| TA | A1 |

Bild 17 Speicherfunktion

Programmierbeispiele

$A2 = E1E2$

$A1 = (\bar{E3}A1)A2$

$A1 = (\bar{E3}A1)(E1E2)$

| Typ | | Parameter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eingangsbaugr. | Kurzbez. | Signalpegel | Toleranz | Belastung | Bit / Baugr. | Bemerkungen | |
| | EG12 | 12VGs | +20% -25% | 15mA | 16 | Vorwiegend für kontaktlose Signalgeber | |
| | EG24 | 24VGs | | 20mA | | Vorwiegend für kontaktbehaftete Signalgeber | |
| | EG48 | 48VGs | | | | | |
| | EW110 | 110VWs | | 10mA | | | |
| Ausgangsbaugr. | | | | Belastbarkeit | | | |
| | AK | potentialfrei | | max. 0,4A | | Ausgangsrelais: RGK 20/1 | |
| | AL | max. 110VGs/Ws | | max. 2,5A | 8 | Ausgangsrelais: GBR 20/1 | |
| | AT | 24VGs | | max. 3A | 6 | Ausgangstransistor: KU 607 | |
| Zeitbaugruppen | | Zeitbereich | | | | | |
| | TAE1 | 0,1...0,6 / 0,6...6s | | | 8 | Mit Erholzeit von 0,02...0,25s | Durch variablen Widerstand einstellbar |
| | TAE2 | 0,6...6 / 6...60s | | | | | |
| | TA1 | 0,1...1,5 / 1,5...15s | | | 4 | Ohne Erholzeit | |
| | TA2 | 1,5...15 / 15...120s | | | | | |
| | TDV | 0,1...99,9s | | | 1 | Mit externer Zeitvorwahl ausrüstbar | |
| Haltspeicherbaugr. | HA | | | | 8 | Erhaltung stat. Prozeßzustände bei Netzabschaltung | |
| Schieberegister | RG | | | | 12 | | |
| Zählerbaugruppen | | | | | | | |
| | CT10V | | | | 12 | Vor/Rückwärtszähler, mit externer Voreinstellbarkeit | |
| | CT10 | | | | | Vor/Rückwärtzähler | |

**Tabelle 2: Befehlsumfang**

| Befehlsart | Befehl | | Bedeutung | |
|---|---|---|---|---|
| Transport-befehle | LE | 4 | Laden eines wahren Wertes aus dem E-Speicherbereich | |
| | LEC | 5 | Laden eines negierten Wertes aus dem E-Speicherbereich | in den Akkumulator (AC-Register) |
| | LA | C | Laden eines wahren Wertes aus dem A-Speicherbereich | |
| | LAC | D | Laden eines negierten Wertes aus dem A-Speicherbereich | |
| | TEC | 6 | Transport des negierten Akkumulatorinhaltes in den E-Speicherbereich | |
| | TA | E | Transport des wahren Akkumulatorinhaltes in den A-Speicherbereich | ) |
| Verknüpfungsbefehle | UE | 0 | Und-Verknüpfung eines wahren Wertes aus dem E-Speicherbereich mit dem AC-Inhalt u. anschl. erneut im AC abgelegt | |
| | UEC | 1 | Und-Verknüpfung eines negierten Wertes aus dem E-Speicherbereich | |
| | UA | 8 | Und-Verknüpfung eines wahren Wertes aus dem A-Speicherbereich | |
| | UAC | 9 | Und-Verknüpfung eines negierten Wertes aus dem A-Speicherbereich | mit dem Akkumulatorinhalt |
| | OE | 2 | Oder-Verknüpfung eines wahren Wertes aus dem E-Speicherbereich | |
| | OEC | 3 | Oder-Verknüpfung eines negierten Wertes aus dem E-Speicherbereich | |
| | OA | A | Oder-Verknüpfung eines wahren Wertes aus dem A-Speicherbereich | |
| | OAC | B | Oder-Verknüpfung eines negierten Wertes aus dem A-Speicherbereich | ) |
| Zusatzbefehle | HS | F003 | Setzen des H-Registers | Register für die Hauptfunktion |
| | HR | F000 | Rücksetzen des H-Registers | |
| | DS | F003 | Setzen des D-Registers | Register für direkte Ein- oder Ausgabe |
| | DR | F002 | Rücksetzen des D-Registers | |
| | END | F004 | Programmende | |
| | KO | F777 | Keine Operation | |
| | NOL | 0000 | | |

H ≙ Hauptregister

| Zeichnungs-Nr. | Blatt-Nr. |
|---|---|

900676

D ≙ Register f. direkte Ein- u. Ausgabe (innerhalb der Befehlsaufbereitung mögl. !)